

Enter P or PA for more

?se3

S6 1 PN="DE 2760412"

?tb s6/5/1

>>>'6' valid only in keyword format

?t s6/5/1

**6/5/1**

DIALOG(R) File 351:DERWENT WPI  
(c) 1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

001867502

WPI Acc No: 77-88539Y/197750

**Intravenous feed device with throw-away pump - with pump diaphragm in driving contact with driving diaphragm**

Patent Assignee: VALLEYLAB INC (VALL-N)

Number of Countries: 004 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
DE 2723197	A	19771208					197750 B
FR 2352966	A	19780127					197811
CA 1110137	A	19811006					198145
IT 1080851	B	19850516					198609
DE 2760412	A	19870319					198712
DE 2723197	C	19870910					198736
DE 2760412	C	19880922					198838

Priority Applications (No Type Date): US 76689115 A 19760524

Abstract (Basic): DE 2723197 A

The device is intended for the metered pumping of liq. from a reservoir to a patient and comprises a control and operating unit and a pump. The control and operating unit contains a cylinder capped at one end by a flexible diaphragm and housing a movable piston; the pump unit comprises a rigid pump body contg. a pumping chamber, itself capped by a flexible diaphragm and equipped with inlet valve and outlet valve. This pump body is fixed close up to the actuating unit by positioning studs so that the two diaphragms are in intimate contact with one another. Thus, as a drive mechanism drives the piston, incompressible liq. contained in the cylinder causes the first diaphragm and thus also the pump diaphragm to move in a reciprocating manner, thus driving the pump.

Used for intravenous feed to a patient. The pump unit is a throw-away assembly to be used for one patient only and is easily installed in the control and operating appts. It is inexpensive to mfr. and easy to install, remove and control. Due to the transmission of the power through an incompressible liq. in the actuating cylinder a very accurate metering of intravenous feed is achieved by the pump.

Title Terms: INTRAVENOUS; FEED; DEVICE; THROW; PUMP; PUMP; DIAPHRAGM; DRIVE; CONTACT; DRIVE; DIAPHRAGM

Derwent Class: B07; P34; Q56

International Patent Class (Additional): A61M-001/00; A61M-005/14; F04B-013/00

File Segment: CPI; EngPI

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 27 60 412 C2

⑯ Int. Cl. 4:  
**A61M 1/00**  
A 61 M 5/16  
F 04 B 13/00

⑯ Aktenzeichen: P 27 60 412.2-35  
⑯ Anmelddetag: 23. 5. 77  
⑯ Offenlegungstag: 8. 12. 77  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 22. 9. 88

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
24.05.76 US 689115-76

⑯ Patentinhaber:  
Valleylab, Inc., Boulder, Col., US

⑯ Vertreter:  
von Füner, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ebbinghaus,  
D., Dipl.-Ing.; Finck, K., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯ Teil aus: P 27 23 197.6

⑯ Erfinder:  
Lundquist, Ingemar H., Oakland, Calif., US

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE-OS 26 09 699  
US 37 98 982

⑯ Vorrichtung zum Steuern der Bewegung eines Verdrängerkolbens einer Pumpe

DE 27 60 412 C2

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern der Bewegung eines Verdrängerkolbens (161) einer Pumpe, mit

- einem Steuergerät (22),
- einem darin angeordneten Elektromotor (72),
- einem mit dem Elektromotor (72) verbundenen Untersteuerungsgtriebe (73),
- einer vom Untersteuerungsgtriebe (73) abgehenden Abtriebswelle (77) sowie
- einem am äußeren Ende des Verdrängerkolbens (161) angreifenden Betätigungsarm (126),

5 10 15

dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Dosier- und ein Kolbennocken (81, 82) mit der Abtriebswelle (77) in Verbindung 20 stehen,
- daß eine erste Hebelanordnung (108, 116, 126) an dem Kolbennocken (82) angreift und den Verdrängerkolben (116) entsprechend der Drehung des Kolbennockens (82) bewegt,
- daß ein einstellbarer Vorgabedosierzähler (101) vorgesehen ist,
- daß eine weitere Hebelanordnung (92, 99) an dem Dosiernocken (81) angreift und derart auf den Vorgabedosierzähler (101) einwirkt, 30 daß dieser für jede Umdrehung des Dosierknockens (81) um ein vorgegebenes Zählinkrement zurückgestellt wird, und
- daß bei einem vorbestimmten Zählerstand der Elektromotor (72) abgeschaltet wird. 35

25 30 35

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem Kolbennocken (82) angreifende Hebelanordnung einen schwenkbar gehaltenen Rollenarm (108), der an dem Kolbennocken (82) angreift, einen schwenkbar gehaltenen Ausgleichsarm (116), wobei eine nachgebende Einrichtung (121) den Ausgleichsarm (116) und den Rollenarm (118) verbindet, und einen schwenkbar gehaltenen Betätigungsarm (126) aufweist, der an dem Verdrängerkolben (161) angreift und mit dem Ausgleichsarm (116) gekoppelt ist, wodurch bei einer Bewegung des Ausgleichsarms (116) der Betätigungsarm (126) für die Bewegung des Verdrängerkolbens (161) betätigt wird. 50

40 45 50

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Federeinrichtung (131) vorgesehen ist, die den Rollenarm (108) mit dem Betätigungsarm (126) verbindet.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 55 dadurch gekennzeichnet, daß eine Schalteinrichtung (133) und eine Einrichtung (134) zum Halten der Schalteinrichtung (133) an einem (126) der Arme der Hebelanordnung vorgesehen sind, die an dem Kolbennocken (82) angreifen, wodurch eine 60 Bewegung des Ausgleichsarms (116) bezüglich des Rollenarms (108) einen Kontakt schließt, der die Schalteinrichtung (133) zur Auslösung eines Alarms veranlaßt.

55 60 65

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung (133) an dem Betätigungsarm (126) befestigt ist und daß von dem Rollenarm (108) ein Zapfen (141) zum Betätigen der

Schalteinrichtung (133) getragen wird, deren Kontakte (139) einen Kontaktenschluß herbeiführen, wenn der Verdrängerkolben (161) auf einen Überdruck oder einen Unterdruck trifft.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen zum Steuern der Hublänge des Verdrängerkolbens (161) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Steuern der Hublänge des Verdrängerkolbens (161) Einrichtungen (143, 149) für den Eingriff des Rollenarms (108) für die Begrenzung der Aufwärtsbewegung des Verdrängerkolbens (161) aufweisen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine einstellbare Dosismengenstromsteuerung (281) zum Regulieren der Drehzahl des Motors (72) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen für eine schnelle Drehung des Motors (72) während des Aufwärthubs des Verdrängerkolbens (161) vorgesehen sind, um die Zeit auf ein Maximum zu bringen, die während des Abwärthubs des Verdrängerkolbens (161) für die Abgabe von intravenöser Flüssigkeit an den Patienten verwendet werden kann.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (51) des Steuergeräts (22) mit einer Kammer (186) versehen ist, wobei ein Teil der Kammer von einer flexiblen Membran (171) abgedeckt ist, daß der Verdrängerkolben (161) in die Kammer (186) hinein und aus der Kammer heraus zwischen der innersten und äußersten Stellung bewegbar ist, daß die Kammer (186) mit einer Flüssigkeit (187) gefüllt ist, wodurch, wenn der Verdrängerkolben (161) in die Flüssigkeit hinein und aus der Flüssigkeit herausbewegt wird, die Membran ausgefahren bzw. eingezogen wird, und daß eine elastische Federeinrichtung (179) vorgesehen ist, die an dem Gehäuse (51) und an dem Verdrängerkolben (161) angreift und ihn in seine äußerste Aufwärthubstellung drückt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß an einem der Arme (108, 116, 126) der Hebelanordnung eine Schalteinrichtung (133) vorgesehen ist, und daß bei einer relativen Bewegung der Hebel zueinander die Schalteinrichtung (133) einen Alarm auslöst.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung (133) durch Erfassung der relativen Bewegung der Arme der Hebelanordnung feststellen kann, ob der Verdrängerkolben (161) auf einen Überdruck- oder Unterdruckzustand trifft.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen zum Begrenzen des Hubs des Verdrängerkolbens (162) vorgesehen sind, die ein Anschlagelement für den Eingriff mit dem ersten Hebelarm (108) und Einrichtungen zum einstellbaren Positionieren des Anschlagelements aufweisen.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Steuern der Bewegung eines Verdrängerkolbens einer Pumpe der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beschriebenen, aus der US-PS 37 98 982 bekannten Art.

Die bekannte Vorrichtung ermöglicht es, die Anzahl der Hübe des Verdrängerkolbens pro Zeiteinheit und dessen Hublänge über einen weiten Bereich variabel zu gestalten. Hierfür sind allerdings auf einer Nockenwelle eine Vielzahl von Nocken mit entsprechenden Überhöhungungen erforderlich, um die Hubzahl des Verdrängerkolbens variieren zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Vorrichtung so weiterzubilden, daß deren Aufbau unter Beibehaltung eines großen Dosierbereiches vereinfacht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Dabei ist aus der US-PS 37 98 982 eine verstellbare Nockensteuerung als solche bekannt, die jedoch einen komplizierten Aufbau aufweist. Ferner gilt die in der nicht vorveröffentlichten DE-OS 26 09 699 beschriebene Pumpensteuerung als bekannt, bei der ebenfalls die Infusionsmenge durch inkrementales Rücksetzen des Zählers erfaßt wird. Der Zähler wird jedoch nicht mechanisch, sondern rein elektrisch betätigt. Auch weichen der erfindungsgemäße und der als bekannt geltende Pumpenansatz voneinander ab.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung kann die Verschiebung des Verdrängerkolbens genau gesteuert werden, wodurch die Menge der bei jedem Hub abgegebenen Flüssigkeit ebenfalls gesteuert werden kann. Außerdem kann mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein in der Pumpenkammer vorliegender Unter- oder Überdruck festgestellt werden. Der Umkehrhub erfolgt sehr schnell, so daß eine im wesentlichen kontinuierliche Zuführung mit intravenöser Flüssigkeit zum Patienten gewährleistet ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zudem bedienungsfreundlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 13. Dabei wird ähnlich wie beim Gegenstand des Patentanspruchs 8 auch gemäß der DE-OS 26 09 699 die Infusionsrate durch die Motordrehzahl festgelegt.

Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 isometrisch ein Steuergerät und eine Pumpe an einem Ständer, die über eine Flasche mit intravenöser Flüssigkeit versorgt werden,

Fig. 2 einen Schnitt durch das Steuergerät von Fig. 1, Fig. 3 eine teilweise geschnittene Rückansicht des Steuergerätes von Fig. 2,

Fig. 4 einen Teilschnitt aus Fig. 2,

Fig. 5 eine Schnittansicht des Pumpenbetätigungssteils und des Pumpenteils in voneinander getrennter Darstellung,

Fig. 6 eine Schnittansicht eines Teils des Pumpenbetätigungssteils und des Pumpenteils in miteinander verbundener Darstellung,

Fig. 7 in einem Schnitt den Aufbau des benutzten Ventilsitzes,

Fig. 8 eine Draufsicht auf den Ventilsitz von Fig. 8,

Fig. 9 den Betrieb der Pumpe beim Abwärtshub des Verdrängerkolbens und

Fig. 10 während des Aufwärtshubs des Verdrängerkolbens, jeweils in Schnittansicht,

Fig. 11 eine Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform eines Steuergerätes und

Fig. 12 eine Schnittansicht eines Teils des Steuergerätes von Fig. 11.

Das in Fig. 1 gezeigte System 21 zum Pumpen intravenöser Flüssigkeit hat ein Steuergerät 22, das an einem

Stativ 23 befestigt ist. Das Stativ 23 ist mit einem Paar von nach außen abstehenden Haltearmen 24 versehen, die am oberen Ende des Stavivs 23 angebracht sind. Der Speicher für die intravenöse (IV) Flüssigkeit besteht aus einer Flasche 26, welche eine IV-Flüssigkeit 27 enthält. Die Flasche 26 ist mit einer Aufhängung 28 versehen, die einen Bügel 29 aufweist, der am äußeren Ende eines der Haltearme 24 befestigt ist. Die Flasche 26 ist mit einem Stopfen 31 im Hals der Flasche versehen.

10 In den Stopfen 31 ist eine Tropfkammeranordnung 32 eingesetzt und erstreckt sich davon ausgehend nach unten. Die Anordnung hat eine Tropfkammer 33, die über einen flexiblen Schlauch 34 mit dem Einlaß 36 eines Pumpenteils 37 für die intravenöse Flüssigkeit verbunden ist. Das Pumpenteil 37 für die intravenöse Flüssigkeit ist mit einem Auslaß 38 versehen, an dem ein Auslaßschlauch 39 befestigt ist. Der Auslaßschlauch 39 ist mit einem Zwischenstück 41 versehen, das mit einer nicht gezeigten Injektionsnadel verbindbar ist. Die Injektionsnadel wird in die Vene eines Patienten eingeführt, so daß IV-Flüssigkeit in die Vene des Patienten abgegeben werden kann. Am Auslaßschlauch 39 ist zur Unterbrechung des Stroms der Flüssigkeit durch den Schlauch 39 eine Klemme 42 angeordnet.

15 Das Pumpenteil 37 für die intravenöse Flüssigkeit wird von einem Pumpenbetätigungsteil 46 angetrieben, das an dem Steuergerät 22 befestigt ist.

20 Das Steuergerät 22 besteht aus einem äußeren Gehäuse 51, welches vertikale Seitenwände 52 und 53 und eine horizontale obere Wand 54 aufweist, an der ein Traggriff 56 befestigt ist. Das äußere Gehäuse 51 hat eine nicht gezeigte hintere Wand, an der eine Klemmanordnung 58 befestigt ist, die zum Festlegen des Steuergerätes an dem Stativ 23 verwendet wird. Die Klemmanordnung 58 hat einen von Hand betätigbarer Knopf 59 zum Festziehen der Klemmanordnung 58, damit das Steuergerät 22 in einer vertikalen Stellung an dem Stativ 23 gehalten wird.

25 In dem äußeren Gehäuse 51 ist, wie aus Fig. 2 ersichtlich, ein Rahmen 61 vorgesehen, der aus einer vertikalen Platte 62 besteht, die an einer Frontplatte 63 durch Schrauben 64 befestigt ist, die an den unteren horizontalen Abschnitten 63a und 63b der Frontplatte angreifen. Die Frontplatte hat zusätzlich einen geneigten Abschnitt 63c, der nach unten und nach außen am oberen Abschnitt der Frontplatte geneigt ist. Weiterhin ist ein horizontaler Abschnitt 63d vorgesehen, der sich an den Abschnitt 63c und an einen vertikalen Abschnitt 63e anschließt. Dieser Abschnitt 63e schließt sich an den unteren horizontalen Abschnitt 63b an. Der Rahmen 61 hat ein L-förmiges Teil 66, das an der vertikalen Platte 62 durch Rahmenmuttern 67 (Fig. 3) befestigt ist.

30 Von dem Rahmen 61 wird ein Steuermechanismus 71 (vgl. Fig. 3) getragen, der einen Antriebsmotor 27, beispielsweise einen Gleichstrom-Schrittmotor aufweist. Der Antriebsmotor 72 ist auf einem Untersetzungsgetriebe 73 angeordnet, das über Distanzstücke 74 an der vertikalen Platte 62 durch Schrauben 76 befestigt ist. Das Untersetzungsgetriebe 73 verringert die Drehzahl der nicht gezeigten Abtriebswelle des Antriebsmotors 72 um ein vorgegebenes Verhältnis, beispielsweise um 5 : 1. Gewünschtenfalls können andere Verhältnisse, beispielsweise 10 : 1, verwendet werden. Der Hauptzweck des Untersetzungsgetriebes 73 besteht in der Drehzahlreduzierung, so daß sich die Abtriebswelle 77 des Untersetzungsgetriebes 73 mit einer sehr niedrigen Drehzahl in einem Bereich von beispielsweise 1500 Upm bis nahezu Stillstand dreht.

An der Abtriebswelle 77 sind über einen Zapfen 83 zwei Nocken, ein Dosiernocken 81 und ein Kolbennocken 82 (vgl. Fig. 3) so gehalten, daß sich beide Nocken 81 und 82 zusammen mit der Abtriebswelle 77 drehen. Das andere Ende der Abtriebswelle 77 ist über ein Z-förmiges Teil 84 (Fig. 2, Fig. 4) abgestützt, das an der vertikalen Platte 62 durch Schrauben 86 befestigt ist. Das Z-förmige Teil 84 trägt ein Lager 87, welches das äußere Ende der Abtriebswelle 77 abstützt (Fig. 3).

Der Dosiernocken 81 greift an einer Rolle 91 an, die sich auf einem Zapfen 92 dreht. Der Zapfen 92 sitzt in dem unteren Ende eines Gleitelementes 93, das für eine Vertikalbewegung an der vertikalen Platte 62 mittels eines Paares von Zapfen 94 gehalten ist, die an der vertikalen Platte 62 befestigt sind. Die Zapfen 94 erstrecken sich durch Längsschlüsse 96 in dem Gleitelement. An dem äußeren Ende eines jeden Zapfens ist eine Beilagscheibe 97 vorgesehen, die durch einen Halter 98 in Stellung gehalten wird. Das Gleitelement 93 ist L-förmig (Fig. 2), wobei sein längerer Schenkel 93a sich insgesamt vertikal und sein kürzerer Schenkel 93b sich insgesamt horizontal erstrecken. Der kürzere Schenkel 93b greift an einem Betätigungszapfen 99 eines Vorgabezählers 101 an. Der Vorgabezähler 101 ist mit einer Vielzahl von handbetätigbarer Wähl scheiben 102 versehen, die das Einstellen einer gewünschten Dosierung in  $\text{cm}^3$  ermöglichen. Beispielsweise kann die unterste Wähl scheibe 102 in Abstufungen von  $0,2 \text{ cm}^3$  eingestellt werden, wobei der Gesamtbereich der Einstellungen in der Zähleranordnung 101 bis  $999,8 \text{ cm}^3$  reicht. Wie aus den Fig. 1 und 2 zu ersehen ist, sind die Wähl scheiben 102 auf der oberen rechten Frontseite des Steuergerätes 22 zugänglich. Wenn die Steueranordnung 101 auf eine vorgegebene Zahl eingestellt ist, wird bei jeder Umdrehung der Abtriebswelle 77 das Gleitelement 93 angehoben, um ein Inkrement zu subtrahieren, beispielsweise  $0,2 \text{ cm}^3$  oder 2 ml von der Gesamtzählung.

Das L-förmige Gleitelement 93 ist im kürzeren Schenkel 93b mit einer Ausnehmung 103 versehen, die zur Schwächung des Schenkels 93b dient, so daß das Außenende des Schenkels so eingestellt werden kann, daß es sich in der richtigen Position bezüglich des Betätigungszapfens 99 des Vorgabezählers befindet.

Der Kolbennocken 82 greift an einer Kugellageranordnung 106 an, die auf einem Zapfen 107 sitzt, der an dem unteren Ende eines Rollenarms 108 mittels eines Halterings 109 festgelegt ist. An dem Zapfen 107 ist ein Distanzstück 111 zur Aufrechterhaltung eines vorgegebenen Abstandes zwischen dem Rollenarm 108 und der Kugellageranordnung 106 vorgesehen. Der Rollenarm 108 ist durch geeignete Einrichtungen, beispielsweise durch Niete, an einem Gleitlager 112 befestigt, welches drehbar an einem großen Zapfen 113 sitzt, der von der vertikalen Platte 62 getragen wird. Das Gleitlager 112 wird an dem Zapfen 113 durch einen Halter 114 an Ort und Stelle gehalten, der an dem Zapfen angreift.

Ein nachgiebig ausgebildeter Ausgleichsarm 116 ist an seinem oberen Ende an einem Gleitlager 117 angeietet, das drehbar auf dem Gleitlager 112 befestigt ist und sich somit auf einer Achse dreht, die mit der Drehachse des Rollenarms 108 zusammenfällt. Der Rollenarm 108 und der Ausgleichsarm 116 sind unabhängig voneinander beweglich. An dem Ausgleichsarm 116 sitzt ein zylindrisches Teil 118, das sich normalerweise unter einer Seite des Rollenarms 108 befindet. Der Ausgleichsarm 116 ist mit einem Ansatz 119 versehen, der sich rechtwinklig nach außen erstreckt. An dem Ansatz 119 ist das eine Ende einer Feder 121 befestigt, deren

anderes Ende an einem Zapfen 122 befestigt ist, der an einer als Teil des Rollenarms 108 ausgebildeten Lasche 123 sitzt. Mit seinem oberen Ende ist ein Betätigungsarm 26 an einem Betätigungsarm lager 127 durch geeignete Einrichtungen, wie Niete, befestigt. Das Gleitlager 117 sitzt drehbar auf dem Zapfen 113 und wird daran durch einen Halter 128 gehalten. Der Rollenarm 108 ist mit einem sich nach vorn erstreckenden Flügel 129 (Fig. 2) versehen. Das eine Ende einer Feder 131 ist an dem Flügel 129, das andere an einer Lasche 132 an dem Betätigungsarm 126 befestigt. An einer sich nach außen erstreckenden Lasche 134 an dem Betätigungsarm 126 ist ein Blattfederhalter 133 festgelegt. Der Blattfederhalter 133 ist mit zwei Blattfedern 136 und 137 und einer mittleren Blattfeder 138 versehen, die Kontakte 139 tragen. Die mittlere Blattfeder 138 hat einen Fortsatz 138a, der mit einem zylindrischen Zapfen 141 an dem Rollenarm 108 in Eingriff bringbar ist.

Zum Einstellen des Hubs des Rollenarms 108 ist ein Einstellhebel 143 vorgesehen, der schwenkbar an einem Zapfen 144 befestigt ist, der an dem L-förmigen Teil oder Träger 84 festgelegt ist. In dem Einstellhebel 143 sitzt ein Exzenter 146, der durch eine Schraube 147, die in den Träger 84 geschraubt ist, so positionierbar ist, daß der Winkel des Schwenkarms am Schwenkzapfen 144 eingestellt werden kann. Eine zusätzliche Schraube 148 dient zum Arretieren des Einstellhebels 143 in der gewünschten Stellung. Der Einstellhebel 143 ist mit einem Flügel 149 für den Eingriff mit dem unteren Ende des Rollenarms 108 und zum Begrenzen der Bahn des unteren Endes des Rollenarms 108 in einer Richtung versehen. Diese Einstellung ermöglicht es, die genaue Verschiebung des Kolbens zu bestimmen.

An dem Dosiernocken 81 ist ein  $180^\circ$ -Verschluß 151 befestigt, der sich mit dem Dosiernocken 81 dreht. Die Befestigung erfolgt durch eine Schraube 152, die in einen Ansatz 153 an dem Dosiernocken 81 gedreht ist. Der Verschluß bzw. die Klappe 151 bewegt sich über einen Schlitz 154 in einem Gehäuse 156, das einen photoelektrischen Fühler in Form einer nicht gezeigten photoelektrischen Zelle, die in dem Gehäuse auf einer Seite des Schlitzes angeordnet ist, und einer nicht gezeigten Lichtquelle, beispielsweise einer Glühlampe, trägt, die in dem Gehäuse 156 auf der anderen Seite des Schlitzes 154 angebracht ist. Durch die Drehung des Verschlusses 151 wird der Lichtdurchgang zur photoelektrischen Zelle über  $180^\circ$  verschlossen, während bei den anderen  $180^\circ$  der Bahn des Verschlusses 151 Lichtstrahlen auf die photoelektrische Zelle treffen können. Das Gehäuse 156 wird von einem L-förmigen Träger 157 getragen, der an der vertikalen Platte 62 sitzt.

Wenn sich der Kolbennocken 82 dreht, wird das untere Ende des Rollenarms 108 unter der Steuerung des Kolbennockens 82 mittels des zylindrischen Teils 118 vor und zurück bewegt, das von dem Ausgleichsarm 116 getragen wird, um eine Bewegung auf den Betätigungsarm 126 zu übertragen. Wie insbesondere aus Fig. 2 zu ersehen ist, ist der Betätigungsarm 126 mit einem sich nach vorn erstreckenden Abschnitt 126a versehen, der ein äußeres abgerundetes Ende 126b hat, welches an dem oberen Ende des Verdrängerkolbens 161 des Pumpenbetätigungssteils 46 angreift.

Das Pumpenbetätigungssteil 46 ist in einer Öffnung 162 in dem horizontalen Abschnitt 63d der Frontplatte 63 befestigt. Das Betätigungssteil 46 besteht aus einem Pumpengehäuse 163 aus einem geeigneten Material, wie Kunststoff. Das Pumpengehäuse 163 ist mit einem flachen plattenartigen Teil 164 versehen, das mit seinen

äußersten Enden an dem Abschnitt 63 der Frontplatte 63 durch Schrauben 165 befestigt ist. Das plattenartige Teil 164 hat eine mittig angeordnete Öffnung 166. In dem plattenartigen Abschnitt sind eine erste Ringstufe 167 und eine zweite Ringstufe 168 konzentrisch zur Öffnung 166 ausgebildet. In der Öffnung 166 ist eine kreisförmige Betätigungsmembran 171 angeordnet, deren äußerer abgestufter Ringrand 172 auf der Ringstufe 167 sitzt und darin durch einen Behälter 173 festgeklemmt ist. Der Behälter 173 ist mit dem Pumpengehäuse 163, beispielsweise durch Ultraschallschweißung, verbunden, so daß zwischen dem Behälter 173 und der flexiblen Betätigungsmembran 171 eine Flüssigkeitsdichtung ausgebildet ist.

Das obere Ende des Behälters 173 ist mit einer Bohrung 174 für die Aufnahme des unteren Endes des Verdrängerkolbens 161 versehen. Zur Bildung einer Flüssigkeitsdichtung zwischen dem Verdrängerkolben 161 und dem Behälter 173 ist ein O-Ring 176 (Fig. 2) vorgesehen, der in dem oberen Ende des Behälters 173 sitzt. An dem oberen Ende des Behälters 173 sind eine Kolbenführung und Kappe 177 angeordnet und daran beispielsweise durch Ultraschallverschweißung befestigt. Die Kolbenführung und Kappe 177 ist mit einem zylindrischen Abschnitt 168 versehen, in welchem der Verdrängerkolben 161 gleitend verschiebbar sitzt. Der Verdrängerkolben 161 ist zwischen einer innersten und einer äußersten Stellung bezogen auf den Behälter 173 bewegbar. Für die Rückführung des Verdrängerkolbens 161 in die eingefahrene oder die äußerste Stellung ist eine nachgiebige Feder in Form einer Schraubensfeder 179 vorgesehen, die an dem zylindrischen Abschnitt 178 der Kolbenführung und Kappe 177 sitzt. Ein Ende der Feder 179 greift an der Kolbenführung und Kappe 177 an, während das andere Ende an einem Ring 181 angreift, der an dem Verdrängerkolben befestigt und daran durch einen Halter 182 gehalten ist. Um ein Zurückziehen des Kolbens 161 aus dem den Speicher bildenden Teil 173 zu verhindern, ist ein O-Ring 183 vorgesehen, der in einer Ringnut 184 sitzt, die an dem unteren Ende des Verdrängerkolbens 161 angebracht ist. Wie insbesondere aus Fig. 2 zu ersehen ist, kann sich der Kolben 161 in eine Kammer 186 erstrecken, die von der Betätigungsmembran 171 und durch den Behälter 173 begrenzt wird. Die Kammer 186 ist mit einer inkompressiblen Flüssigkeit 187 über eine Bohrung 188 gefüllt, die normalerweise durch eine Schraube 189 verschlossen ist. Als zufriedenstellend hat sich als Flüssigkeit 187 ein Silikonfluid erwiesen. Die Flüssigkeit hat eine niedrige Viskosität, so daß sie alle Ritzen in der Kammer 186 füllt, wodurch die Verdrängung der gesamten Luft aus der Kammer 186 gewährleistet ist. Die Silikonflüssigkeit ist nicht entgasbar, wodurch gewährleistet ist, daß jede Verschiebung durch den Verdrängerkolben 161 direkt durch eine gleiche Verschiebung der Flüssigkeit 187 dargestellt wird.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, ist das Pumpengehäuse mit sich nach unten erstreckenden halbkreisförmigen Ansätzen 190 an den gegenüberliegenden Enden des plattenförmigen Teils 164 versehen. Es kann auch ein Paar von Ansätzen 191 aufweisen, welche Innengewindebohrungen 192 haben. In die Bohrungen 192 sind Ventileinrißschrauben 193 und 194 geschraubt.

Alle Elemente des Pumpenbetätigungssteils 46 können aus relativ billigem Kunststoff hergestellt werden, ausgenommen die Betätigungsmembran 171, die vorzugsweise aus Kautschuk besteht. Die Feder 179 und der Halter 182 bestehen aus Metall. Die Schraube 189

kann aus Kunststoff oder Metall hergestellt sein. Die O-Ringe 183 und 176 bestehen aus Kautschuk. Der Verdrängerkolben 161 kann aus einem geeigneten Kunststoff, wie Polytetrafluoräthylen, hergestellt sein.

Das Pumpenteil 37 ist in gleicher Weise hauptsächlich aus Kunststoff und mit so wenigen Teilen wie möglich hergestellt, so daß es relativ billig ist und nach Gebrauch weggeworfen werden kann.

Das Pumpenteil 37 besteht im wesentlichen aus drei Kunststoffteilen, die den Pumpenkörper 195 bilden. Das erste Teil ist das Unterteil 196, das zweite das Mittelteil 197 und das dritte das Oberteil 198. Zwischen dem Mittel- und dem Oberteil ist eine Pump- und Ventilmembran 199 angeordnet. Alle drei Teile 196, 197 und 198 sind durch Ultraschallverschweißung zusammen mit der Pumpventilmembran 199 verbunden. Wie aus Fig. 6 ersichtlich, hat das Unterteil 196 eine in einer Ebene liegende Bodenwand 201 mit einer hochstehenden Lippe 202, die am äußersten Rand vorgesehen ist. Mit der Bodenwand 201 sind in einem Stück Einlaß- und Auslaßverbindungsstücke 203 und 204 ausgebildet, die durchgehend einen Einlaßkanal 206 bzw. Auslaßkanal 207 aufweisen.

Das Mittelteil 197 ist mit einer in einer Ebene liegenden Wand 211 versehen, die insgesamt zur Bodenwand 201 parallel ist. In der Wand 211 ist mittig eine Öffnung 212 ausgebildet. Von der Wand 211 ragt eine Wand 213 nach unten, die in die hochstehende Lippe 202 an der Bodenwand 201 des Unterteils 196 paßt, so daß, wenn die beiden Teile ultraschallverschweißt sind, zwischen den Teilen eine Flüssigkeitsdichtung erreicht wird. Durch die Teile 196 und 197 wird eine mittig angeordnete Pumpenkammer 216 begrenzt.

Das Mittelteil 197 hat ein Paar von zylindrischen Ausnehmungen 217 und 218, die sich durch die Wand 211 erstrecken. Am Mittelteil 192 sind ein Paar von Vorsprüngen 219 und 221 ausgebildet, die in den zylindrischen Ausnehmungen 222 in dem Unterteil 196 sitzen. In dem Vorsprung 219 ist eine Bohrung 223 ausgebildet, die mit dem Auslaßkanal 207 und mit der anderen Seite der zylindrischen Ausnehmung 217 in Verbindung steht. Im Vorsprung 221 ist eine Bohrung 224 ausgebildet, die mit dem Einlaßkanal 206 in Verbindung steht. Die Bohrung 224 erstreckt sich nach oben in die Mitte der Ausnehmung 213. Das Mittelteil 197 ist mit einem Einlaßventilsitz 226 versehen, der die Bohrung 224 umgibt. In dem Mittelteil 197 ist in der Ausnehmung 217 in gleicher Weise ein Auslaßventilsitz 227 ausgebildet, der eine Bohrung 228 umgibt, die sich nach oben und mittig in die Ausnehmung 213 erstreckt. Die Bohrung 228 steht in Verbindung mit einem Durchlaß 229, der in die mittig angeordnete Kammer 216 mündet. Im Mittelteil 197 ist ein Durchlaß 231 vorgesehen, um eine Verbindung zwischen der Pumpenkammer 216 und der zylindrischen Ausnehmung 218 herzustellen.

Die Ventilmembran 199 weist ein Paar Ventilelemente 233 und 234 für den Eingriff mit den Ventilsitzen 227 bzw. 226 auf. Die Ventilmembran 199 besteht beispielsweise aus einem Elastomer. Jedes Ventilelement 233, 234 besteht aus einem umgekehrt tellerförmigen Abschnitt 236 und wird von einem Schaft 237 getragen. Die oberen Enden eines jeden Schaftes 237 bilden ein Stück mit einer Kreisscheibe 238. Der äußere Rand einer jeden Scheibe 238 ist verbreitert, so daß er einen O-Ringabschnitt 239 aufweist.

Zusätzlich ist die Ventilmembran 199 mit einer mittig angeordneten Kreismembran 241 versehen, die über einem sich nach oben erstreckenden Rand 242 sitzt, der

die mittig angeordnete Öffnung 212 umgibt. Weiterhin weist die Ventilmembran 199 einen O-Ringabschnitt 243 auf, der konzentrisch zur Membran 241 ist.

Die Ventilmembran 199 wird durch das Oberteil 198 klemmend in ihrer Stellung im Mittelteil gehalten, wodurch eine Flüssigkeitsabdichtung zwischen der Kammer 216 und den Ausnehmungen 217 und 218 dadurch hergestellt wird, daß die O-Ringabschnitte 239 und 243 zusammengedrückt werden. Das Oberteil 198 besteht aus einer ebenen oder in einer Ebene liegenden Wand 246, die parallel zur Wand 211 und zur Wand 201 ist. Die Wand 246 ist mit der mittig angeordneten Öffnung 212 versehen, über die sich die Kreismembran 241 erstreckt. Die Oberseite der Kreismembran 241 ist zur Oberseite der Wand 246 bündig. Die Wand 246 ist weiterhin mit zwei zusätzlichen kleineren Öffnungen 248 und 249 auf gegenüberliegenden Seiten der Öffnung 212 versehen, die für die Aufnahme der unteren Enden der Ventileingriffsschrauben 193 und 194 vorgesehen sind, um eine Einstellung der Ventilelemente 233 und 234 in der nachstehend beschriebenen Weise zu ermöglichen.

Das Pumpenteil 37 ist so gebaut, daß es leicht in die halbkreisförmigen Ansätze 190 des Pumpengehäuses 163 einführbar ist, wodurch die Ventileingriffsschrauben 193 und 194 durch die Öffnungen 248 und 249 hindurchgehen und an den Kreisscheiben 238 angreifen können, die die Ventilelemente 233 und 234 tragen. Die Kreismembran 241 wird in innigen Kontakt mit der Pumpenbetätigungsmembran 171 gebracht, wobei zwischen den äußeren Rändern durch die Klemmwirkung des Ringrandes 242 an dem Pumpenteil 37 und einen weiteren Ringrand 250 an dem den Speicher bildenden Teil 173, der über dem Ringrand 242 liegt, eine Abdichtung erreicht wird.

Die Ventilsitze 226 und 227 sind jeweils mit einem zylindrischen vorstehenden Abschnitt 251 (Fig. 8 und 9) versehen, welche die Bohrung 228 bei dem Einlaßventilsitz 226 umgibt. Als Teil des Ventilsitzes ist ein erhabener Ringrand 252 vorgesehen, der den hochstehenden zylindrischen Abschnitt 251 in einem Abstand umgibt, wodurch eine ringförmige Ausnehmung 253 gebildet wird. Wie aus Fig. 8 zu ersehen ist, ist die Höhe der Ausnehmung 253 etwas größer als die Höhe des hochstehenden zylindrischen Abschnittes 251. In dem hochstehenden zylindrischen Abschnitt 251 ist eine Vielzahl von Radialkanälen 254 vorgesehen, die sich von der Bohrung 224 zu der ringförmigen Ausnehmung 253 erstrecken. Wie in Fig. 9 gezeigt ist, bilden diese Kanäle auf der Oberseite des hochstehenden zylindrischen Abschnittes 251 ein X. Die Gestalt der Ventilsitze 226 und 227 und der Ventileile 233 und 234 ist derart, daß sie hervorragende Ventilsitzqualitäten sowohl bei Unterdruck als auch bei Überdruck haben. Zusätzlich erfordern sie einen geringeren Quetschdruck, um eine gute Abdichtung zu erreichen. Die Radialkanäle 254 in dem hochstehenden zylindrischen Abschnitt 251 ermöglichen den Durchtritt von Fluid in die Ausnehmung 253, wodurch ein Öffnen der pilz- oder tellerförmigen Abschnitte 236 des Ventilelementes auch dann herbeigeführt wird, wenn am Schaft 237 des Ventilelementes ein höherer Druck herrscht. Das Öffnen und Schließen der Ventilelemente 233 und 234 wird somit hauptsächlich von den anderen Enden oder den Klappenabschnitten der tellerförmigen Abschnitte 236 und nicht durch den auf die Schäfte der Ventilelemente wirkenden Druck bestimmt. Dadurch werden die Ventilelemente weniger empfindlich bezüglich der Einstellung durch die Ventileingriffsschrauben 193 und 194.

Die Einrichtung für die Klemmhalterung des Pumpenteils 37 in dem Pumpengehäuse 163 besteht aus einem Klemmteil 261, welches zwischen einer Pumpeneingriffsstellung, wie sie mit ausgezogenen Linien in Fig. 2 gezeigt ist, und einer Freigabestellung gelöst von der Pumpe bewegbar ist, die in Fig. 2 gestrichelt gezeigt ist. Das Klemmteil 261 ist schwenkbar an einem Zapfen 262 befestigt, der von einem U-förmigen Träger 263 gehalten wird. Der Träger 263 sitzt auf einer Platte 266 aus einem geeigneten Material, wie Kunststoff. Der Träger 263 und die Platte 266 sind an der Frontplatte 63 durch Schrauben 267 befestigt, die in Muttern 268 geschraubt sind. Das Klemmteil 261 hat insgesamt eine L-förmige Gestalt in der Seitenansicht und ist mit einer oberen Nockenfläche 271 versehen. Die Nockenfläche 271 hat einen insgesamt vertikalen Abschnitt 271a für den Eingriff mit der Platte 266. Die Nockenfläche 271 ist weiterhin mit einem nach vorn und nach unten geneigten Flächenabschnitt 271b und einem nach unten und nach hinten geneigten Abschnitt 271c versehen. Der Scheitel der Nockenfläche 271 liegt bei 271d. Die Länge der Flächen 271b und 271c ist so bemessen, daß der höchste Abschnitt 271d des Klemmteils an der Mitte des Pumpenteils 37 vorbeibewegt wird, wie dies teilweise in Fig. 2 gezeigt ist, wenn sich das Pumpenteil 37 an Ort und Stelle befindet. Das Klemmteil 261 ist in einer Über-Mittenstellung reibungsarretiert. Das Klemmteil 261 ist aus einer Stellung, in der es das Pumpenteil 37 in dem Pumpengehäuse 163 arretiert, und aus einer Freigabestellung bewegbar, die in Fig. 2 gestrichelt gezeigt ist, so daß das Entfernen des Pumpenteils 37 aus dem Pumpengehäuse 163 möglich ist.

Wenn das Klemmteil 261 sich in der Pumpenhaltestellung befindet, greift die Vorderfläche 271a an einem Ende eines Arbeitshebels 273 eines Mikroschalters 274 an und hält den Schalter in der Offenstellung. Der Mikroschalter 274 sitzt in einer Öffnung 276 der Platte 62. Der Mikroschalter 274 ist in eine elektronische Schaltung eingebaut, die für den Antrieb des Schrittmotors 72 verwendet wird. Ein digitaler Steuerzähler 281 für die Durchsatzeinstellung, siehe Fig. 1, sitzt im oberen linken Abschnitt des geneigten Frontplattenabschnitts 63c, von vorn gesehen. Der Steuerzähler 281 hat eine Vielzahl von Wähl scheiben 282, die für die Vorwahl der Arbeitsdrehzahl des Schrittmotors verwendet werden können. Der Zähler kann  $\text{cm}^3/\text{h}$  geeicht sein, wobei sein Durchsatzvermögen von 1 bis  $600 \text{ cm}^3/\text{h}$  in Schritten von  $1 \text{ cm}^3$  reichen kann.

An der Frontplatte 63 ist ein Schalter 286 zum Ein- und Ausschalten befestigt, der die Energiezufuhr zum Antriebsmotor 72 und zur elektronischen Schaltung in dem Steuergerät steuert. Die elektronische Schaltung dient zur Zufuhr von Energie zum Schrittmotor derart, daß dieser entsprechend der Einstellung des Steuerzählers 281 mit einer vorgegebenen Drehzahl läuft. An der Frontplatte sind drei Lampen 287, 288 und 289 angeordnet. Die Lampe 287 ist als "Schließlampe" bezeichnet. Diese Lampe leuchtet bei Überdruck auf, was eintritt, wenn die Feder 121 ausreichend gedeckt wird, so daß sich der Ausgleichsarm 116 relativ zum Rollenarm 108 bewegen kann, wodurch die Kontakte an den Hebelen 137 und 138 des Schalters 133 geschlossen werden. Die Lampe 288 ist ein "Stillstandslicht", das eingeschaltet wird, wenn das gesamte Fluid abgegeben worden ist, wie dies durch den Vorgabe-Dosierzähler 101 eingestellt worden ist. Sobald dies eintritt, wird die Elektronik auf einen Offenhalte-Nadeldurchsatz geschaltet, der in einem Bereich von 1 bis  $15 \text{ cm}^3/\text{h}$  liegt.

Die Lampe 289 ist das "Alarmlicht", welches einen Unterdruckzustand oder einen anderen Fehler anzeigt. Wenn beispielsweise das Klemmelement 261 außer Eingriff mit dem Hebelarm 273 ist, wird der Schalter 274 geschlossen, wodurch die Alarmlampe 289 erregt wird. Beim Feststellen eines Unterdruckes wird, wenn die Blattfedern 138 und 136 mit ihren Kontakten unter der Kraft der Feder 121 zusammengebracht sind, eine geschlossene Schaltung für die Speisung der Lampe 289 hergestellt.

Damit im Notfall Energie vorhanden ist und um zu ermöglichen, daß das Pumpensystem unabhängig von einer Wechselstromquelle arbeitet, wird auf der Rückseite des Gehäuses 51 an der oberen linken Ecke, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, eine Batterie und ein Ladeschaltungsmodul 291 angebracht. Die Batterie und der Ladeschaltungsmodul werden mit einem nicht gezeigten Energiekabel versehen, welches an das Netz angeschlossen werden kann, um für die Batterien einen Ladestrom zu erzeugen, während gleichzeitig das Pumpensystem mit Energie gespeist wird. Der Modul 291 ist mit zwei Lampen 292 und 293 versehen, wobei die Lampe 292 die Batterie in Gebrauch oder im Ladezustand kennzeichnet und die Lampe 293 aufleuchtet, wenn die Batterie sehr weit entleert ist.

Im folgenden wird die Arbeitsweise und die Verwendung des Pumpensystems für intravenöses Fluid näher erläutert. Das Pumpenteil 37 soll mit seinem Auslaßschlauch 39 mit dem Auslaß 38, ein Einlaßschlauch 34 mit dem Einlaß 36 verbunden sein. Zusätzlich soll der Einlaßschlauch 34 mit der Tropfkammeranordnung 32 verbunden sein. Die Pumpe soll weiterhin mit intraveneröser Flüssigkeit gefüllt werden, die Klemme 42 am Auslaßschlauch 39 ist geschlossen. Die Tropfkammeranordnung 32 wird in den Stopfen 31 der Flasche 26 eingeführt. Das Pumpenteil 37 wird so gehalten, daß der Auslaß 38 sich über dem Einlaß befindet. Die Klemme 42 wird dann gelöst, so daß Flüssigkeit in die Pumpe strömen kann und daraus die Luft vertreibt. Die Flüssigkeit läuft dann durch den Kanal 206 in dem Einlaßverbindungsstück 203 und durch die Bohrung 224, wobei das Ventilelement 234 geöffnet wird, so daß Flüssigkeit in die Ausnehmung 218 und dann über den Durchlaß 231 in die Pumpenkammer 216 strömen kann. Die Flüssigkeit fließt dann in den Durchlaß 229 über die Bohrung 228 zum Ventilelement 233, wodurch das Ventilelement 233 vom Ventilsitz 227 weg bewegt und Flüssigkeit in die Ausnehmung 217 eintreten kann. Die Flüssigkeit strömt dann durch die Bohrung 233 und die Bohrung 207 über das Auslaßverbindungsstück 204 aus. Die Flüssigkeit kann weiter strömen, bis sie durch das Zwischenstück 41 und die damit verbundene Nadel geht, wodurch angezeigt ist, daß die gesamte Luft aus der Pumpe und aus der mit der Pumpe verbundenen Schlauchanordnung entfernt worden ist. Sobald dies eintritt, wird die Klemme 42 in die Schließstellung bewegt. Der Druck der Flüssigkeit baucht nun die Kreismembran 241 nach außen, so daß sie die Form eines Kugelabschnittes hat.

Wenn das Pumpenteil 37 nicht in dem Pumpenbetätigungssteil 46 installiert ist, sind die Ventile nicht in Eingriff mit den Ventilsitzen, so daß die Pumpe in Wirklichkeit eine Durchströmeinrichtung ist, wodurch sie leicht in der vorstehend beschriebenen Weise gefüllt oder als Tropfer verwendet werden kann.

Wenn das Pumpenteil 37 gefüllt worden ist, wird es in das Pumpengehäuse 163 eingesetzt und durch Bewegen des Klemmteils 261 aus der in Fig. 2 mit gestrichelten Linien gezeigten Stellung in die in Fig. 1 mit ausgezogene-

nen Linien gezeigte Stellung an Ort und Stelle verklemmt, so daß die Nockenfläche 271 an der Pumpe angreift und sie nach oben in festen Eingriff mit dem Pumpenbetätigungssteil 46 bewegt. Das Klemmteil 261 wird an der Mitte vorbeibewegt, um die Klemmhalterung und die Pumpe in Stellung zu halten. Dadurch greift das Klemmteil an dem Arbeitshebel 273 des Mikroschalters 274 an.

Die Kreismembran 241 des Pumpenteils 37 wird nach außen gekrümmmt, wodurch gewährleistet ist, daß, wenn das Pumpenteil 37 in dem Pumpengehäuse 163 angeordnet ist, die Kreismembran 241 an der Betätigungsmembran 171 in der Mitte angreift und dann, wenn das Pumpenteil 37 nach oben durch das Klemmteil 261 gedrückt wird, die Luft zwischen den Membranen 241 und 171 aus der Mitte nach außen gedrückt wird, wodurch sich ein inniger Kontakt zwischen den beiden Membranen 241 und 171 einstellt, zwischen denen dann keine Luft mehr ist. Zusätzlich wird zwischen den äußeren Rändern der beiden Membranen 241 und 171 durch die Ringräder 242 und 250 eine Abdichtung gebildet, so daß die Membranen zusammen wie eine einzige Membran wirken.

Wenn die beiden Membranen 241 und 171 in Kontakt miteinander gebracht werden, erstrecken sich die Ventileingriffsschrauben 193 und 194 durch die Öffnungen 248 und 249 in dem Oberteil 198 des Pumpenteils 37, so daß sie an den elastischen Kreisscheiben 238 angreifen, die unmittelbar über den Schäften 237 der Ventilelemente 233 und 234 liegen. Die Ventileingriffsschrauben 193 und 194 sind so eingestellt, daß sie die Ventilelemente 233 und 234 bezüglich der Ventilsitze 226 und 227 in eine normalerweise geschlossene Stellung vorspannen.

Sobald das Pumpenteil 37 an Ort und Stelle gebracht ist, kann das Steuergerät 22 eingestellt und in Betrieb gesetzt werden. Beispielsweise kann der Dosierzähler so eingestellt werden, daß eine vorgegebene Dosierung an den Patienten, beispielsweise 200 cm<sup>3</sup>, durch Einstellen der richtigen Wälscheiben 102 abgegeben werden. Nach Festlegung der Dosierung kann der Abgabemengenstrom an dem Durchsatzeinstellzähler 281 eingestellt werden. Nimmt man an, daß 200 cm<sup>3</sup> Fluid dem Patienten als vorgegebene Dosis zugeführt werden sollen, kann der Mengenstrom auf 100 cm<sup>3</sup>/h eingestellt werden, so daß der Patient die 200 cm<sup>3</sup>-Dosierung in zwei Stunden erhält. Der Mengenstrom wird durch Einstellen der Wälscheiben 282 eingestellt: Dann kann der Schalter 286 eingeschaltet werden, wodurch das Gerät in Betrieb genommen wird und die Pumpe so zu arbeiten beginnt, daß Fluid zur mit dem Zwischenstück 41 verbundenen Nadel geführt wird. Das Steuergerät 22 kann momentan durch Betätigung des Schalters 286 abgeschaltet werden. Daraufhin kann die Nadel in die Vene des Patienten eingeführt und der Schalter 286 in die Einschaltstellung geschaltet werden.

Sobald der Schalter 286 sich in der Einschaltstellung befindet, wird den nicht gezeigten elektronischen Schaltungen Energie zugeführt, wodurch dem Schrittmotor 72 entsprechend dem am Steuerzähler 281 eingestellten Mengenstrom Signale zugeführt werden und die Abtriebswelle 77 mit einer vorgegebenen Drehzahl in digitalen Schritten gedreht wird.

Die Drehung der Abtriebswelle 77 verursacht eine Drehung des Dosiernockens 81 und des Kolbennockens 82. Die Drehung des Dosiernockens 81 führt zum Anheben des Gleitelementes 92, wodurch der Betätigungszapfen 99 so bewegt wird, daß ein Inkrement, beispielsweise 0,2 cm<sup>3</sup>, am Dosierungszähler 101 bei jeder Um-

drehung des Dosierungsstockens 81 abgezogen wird.

Gleichzeitig dreht sich der Kolbennocken 82 und bewegt das freie Ende des Rollenarms 108, wenn die Kugellageranordnung 106, die von dem Rollenarm 108 getragen wird, an dem Kolbennocken 82 angreift. Diese Bewegung des Rollenarms 108 wird von dem davon getragenen Zapfen 122 auf die Feder 121 und von da auf die Lasche 119 übertragen, die mit dem Ausgleichsarm 116 verbunden ist, so daß unter normalen Umständen der Betätigungsarm 126 sich mit dem Rollenarm bewegt. Die den Rollenarm mit dem Betätigungsarm 126 verbindende Feder 113 sorgt dafür, daß sich der Betätigungsarm 126 nachgiebig mit dem Ausgleichsarm 116 und mit dem Rollenarm 108 bewegt, so daß bei jeder Umdrehung des Kolbennockens 82 der Verdrängerkolben 161 entgegen der Kraft der Feder 178 nach unten gedrückt wird. Wenn sich der Verdrängerkolben 161 nach unten in die Kammer 186 bewegt, wird Flüssigkeit 187 verdrängt, wodurch eine Abwärtsdurchbiegung der Membranen 171 und 241 erfolgt, wie dies in Fig. 10 gezeigt ist. Diese Abwärtsdurchbiegung der Membranen 171 und 241 führt zu einer Verdrängung von Flüssigkeit in der Pumpenkammer 216. Die verdrängte Flüssigkeit wird durch den Durchlaß 229, wie dies durch die Pfeile 296 gezeigt ist, gedrückt und fließt anschließend nach oben durch den Durchlaß 229, wodurch das Ventilelement 233 aus der Eingriffsstellung mit dem Ventilsitz 227 gehoben wird, Flüssigkeit in die Ausnehmung 217 und von dort nach unten durch die Bohrung 223, abwärts in der Bohrung 207 im Auslaßverbindungsstück 204 und in den Auslaßschlauch 39 zum Patienten fließen kann. Der Hub des Verdrängerkolbens 161 ist so eingestellt, daß eine vorgegebene Flüssigkeitsmenge von der Pumpe bei jedem Hub verdrängt wird, beispielsweise 0,2 cm<sup>3</sup>.

Die in dem Steuergerät verwendete Elektronik steht unter der Steuerung des Steuerzählers 281, so daß der Antriebsmotor 72 mit einer Drehzahl angetrieben wird, bei der die erforderliche Dosierung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums abgegeben wird. Dieser Abwärtshub des Verdrängerkolbens 161 stellt eine Drehung des Verschlusses 151 um 180° dar, der einem Winkel von 180° gegenüberliegt. Während dieses Zeitraums ist die photoelektrische Zelle verschlossen. Sobald der Abwärtshub abgeschlossen ist, wird die Photozelle dem Licht aus der Lichtquelle ausgesetzt, da der Verschluß sich in eine Freigabestellung bewegt hat. Sobald dies eintritt, sorgt die elektronische Schaltung für ein schnelles Weiterschalten des Motors 72, so daß die Abtriebswelle in einem relativ kurzen Zeitraum über 180° gedreht wird. Diese Rückkehrhubzeit wird so niedrig wie möglich gehalten, so daß so viel Zeit wie möglich für die Zuführung eines kontinuierlichen Stroms von intravenöser Flüssigkeit zum Patienten zur Verfügung steht. Die Rückkehrhubzeit ist für alle Dosierungsmengenströme konstant. Der Abwärtshub wird andererseits direkt von dem Mengenstrom-Steuerzähler 281 gesteuert. Der Verdrängerkolben 161 wird bei seinem Rückkehrhub durch die Feder 179 nach oben bewegt. Die Feder dient auch dazu, die Kugellagerrollen 106, die von dem Rollenarm 108 getragen werden, in Eingriff mit dem Kolbennocken 82 zu halten.

Die Arbeitsweise der Pumpe während des Abwärts hubs des Verdrängerkolbens 161 ist in Fig. 9 gezeigt. Die Arbeitsweise des Pumpenteils 37 während des Aufwärts hubs oder des Rückkehrhubs des Verdrängerkolbens 161 ist in Fig. 10 gezeigt. Sobald der Verdrängerkolben 161 mit seinem Rückkehrhub beginnt, werden

die flexiblen Membranen 171 und 241 nach oben gebogen. Wenn der Verdrängerkolben 161 zurückgezogen wird, verringert sich die Verdrängung der Flüssigkeit 187 in der Kammer 186, was durch eine Einwärtsbiegung der Membran 171, wie dies in Fig. 10 gezeigt ist, aufgenommen wird. In gleicher Weise wird in der Kammer 216 der Druck verringert. Die Kreismembran 241 folgt der Betätigungsmembran 171, so daß das Auslaßventilelement 233 sich in eine Schließstellung, bezogen auf den Ventilsitz 227, bewegt. Die äußeren Ränder des Einlaßventilelements 234 werden nach oben aus der Eingriffsstellung mit dem Ventilsitz 226 unter der Kraft der intravenösen Flüssigkeit herausgebogen, die durch den Schlauch 34 dem Einlaß 36 zugeführt wird. Die Flüssigkeit strömt dann durch den Einlaßkanal 206, durch die Bohrung 224 und dann am Einlaßventilsitz 226 vorbei in die zylindrische Ausnehmung 218 und durch den Durchlaß 231 in die Pumpenkammer 216, wie dies durch die Pfeile 297 veranschaulicht ist. Diese zusätzliche intravenöse Flüssigkeit, die in die Pumpenkammer während des Einlaß- oder Rückkehrhubs des Verdrängerkolbens 161 gebracht wird, wird von dem Pumpenteil 37 zum Auslaß 38 während des nächsten Abwärts hubs des Verdrängerkolbens 161 abgegeben.

Das Steuergerät 22 arbeitet so, daß nach jedem Abwärts hub des Verdrängerkolbens 161 eine einzige Zählung von 0,2 cm<sup>3</sup> von dem Dosierungszähler 101 abgezogen wird. Auf diese Weise ist es für das Überwachungspersonal möglich, die Bewegung des mechanischen Vorgabezählers 101 zu beobachten und dabei festzustellen, ob Fluid an den Patienten abgegeben wird. Dieser Vorgang setzt sich fort, bis die gesamte Dosierung an den Patienten abgegeben worden ist. In diesem Zeitpunkt dreht der Vorgabezählert 101 auf die Zahl 999,8, wodurch der Elektronik angezeigt wird, daß dem Patienten die gesamte Dosis verabreicht wurde. Dies veranlaßt die Elektronik, die Ruhezustandslampe 288 aufzuleuchten zu lassen, wodurch die Elektronik automatisch so geschaltet wird, daß der Schrittmotor mit einer Leerlaufgeschwindigkeit betätigt wird, die zu einer Abgabe von 1 bis 15 cm<sup>3</sup>/h oder einem anderen gewünschten Wert führt. Zusätzlich kann dieses Signal dazu verwendet werden, einen akustischen Alarm zu erzeugen. Das Betreuungspersonal kann den Alarm abstellen und das Steuergerät 22 mit niedrigem Mengenstrom mit einer offengehaltenen Nadel arbeiten lassen, so daß der Pumpensatz gewünschtenfalls danach verwendet werden kann, um dem Patienten zu einer späteren Zeit zusätzliche intravenöse Flüssigkeit zuzuführen.

Wenn in dem Pumpenteil 37 ein Vakuum erzeugt wird, was beispielsweise durch eine leere Flasche 27 verursacht werden kann, reicht die Kraft der Feder 178 nicht aus, den Verdrängerkolben 161 zurückzuführen. Der Kolbennocken 82 setzt jedoch seine Bewegung fort. Der Rollenarm 108 folgt der Bewegung, wodurch der dadurch getragene Zapfen 141 außer Eingriff mit dem Blattfederabschnitt 138a gelangt und sich nach unten in die Eingriffsstellung mit dem Kontakt bewegen kann, der von dem Blatt 136 getragen wird, wodurch eine Schaltung geschlossen wird, die einen Alarm dadurch auslöst, daß die Lampe 289 aufleuchtet. Gewünschtenfalls kann auch ein akustischer Alarm ausgelöst werden. In der elektronischen Schaltung sind Einrichtungen vorgesehen, daß, wenn die Alarmschaltung einmal erregt ist, sie elektronisch verriegelt bleibt, so daß der Alarm nicht aufhört, wenn der Zapfen 141 wieder in Eingriff mit dem Blattfederabschnitt 138a während des zyklischen Drehens des Kolbennockens 82 ge-

bracht wird.

Sobald der Alarm von dem Betreuungspersonal gehört wird, kann die Situation dadurch bereinigt werden, daß eine neue VI-Flasche an der Tropfkammer-Spitzenanordnung 32 angeordnet wird. Sobald dies erreicht wird, kann die Tropfkammer gefüllt werden. Der Unterdruck in der Pumpe wird abgebaut und die Kraft der Feder 178 reicht aus, um den Verdrängerkolben 161 zurückzuführen, so daß der Blattfederabschnitt 138a in seine normale Stellung zurückkehrt und das Warnsystem entriegelt wird, wenn der Ein-Aus-Energieschalter 286 ausgeschaltet und dann eingeschaltet wird.

Wenn ein Überdruck vorliegt, was dadurch geschehen kann, daß das Betreuungspersonal versehentlich die Klemme 42 am Schlauch am entfernten Ende von dem Pumpenteil 37 beläßt, wird in der Pumpe ein Überdruck erzeugt. Dies bedeutet, daß eine übermäßige Kraft erforderlich ist, um den Verdrängerkolben 161 nach unten zu bewegen. Sobald dies eintritt, gibt die Ausgleichsfeder 121 nach, so daß sich die Beziehung zwischen dem Ausgleichsarm 116 und dem Rollenarm 108 sowie mit dem Betätigungsarm 126 ändert. Dadurch wird der Zapfen 141, der vom Rollenarm getragen wird, bezüglich des Schalters 133 nach oben bewegt, so daß ein Kontaktenschluß bezüglich des Blattes 137 erfolgt. Dies ergibt einen geschlossenen Stromkreis, durch den die Verschlußlampe 287 gespeist wird, so daß das Betreuungspersonal, sobald es den Alarm hört, die Situation bereinigen kann. Die Anordnung ist so getroffen, daß andere Überdruckzustände ermittelt werden können, wie sie beispielsweise durch eine Verstopfung in der Nadel oder dadurch erzeugt werden können, daß der Patient auf dem Schlauch liegt und dergleichen. Die Fertigkeit der Feder 121 bestimmt, wann ein Überdruckzustand vorliegt. Dies kann leicht eingestellt werden, so daß ein Alarm bei jedem vorgegebenen Druckbereich erzeugt wird, beispielsweise bei 0,7 bis 1,05 bar. Mit einer derartigen Einrichtung zum Antreiben des Verdrängerkolbens 161 können gefährliche Überdruckzustände nicht geschaffen werden, die sowohl für das Gerät als auch für den Patienten gefährlich werden.

Der Hub des Verdrängerkolbens 161 kann bei der beschriebenen Konstruktion begrenzt werden, um genau bestimmen zu können, wieviel Fluid während eines jeden Kolbenhubs abgegeben wird. Der Aufwärtshub 45 oder die Rückführung würde normalerweise durch die untere Stellung des Kolbennockens begrenzt sein. Bei der vorliegenden Konstruktion ist jedoch der Aufwärtshub durch die Stellung der Lasche 149 an dem Hebel 143 begrenzt. Durch Einstellen der Lage dieses Hebels 143 kann die Länge des Hubs für den Verdrängerkolben 161 eingestellt werden, wodurch die Fluidmenge genau bestimmt werden kann, die von der Pumpe während jedes Kolbenhubs gepumpt wird. Wenn der Strom der intravenösen Flüssigkeit zum Patienten durch eine Zwangsverdrängererpumpe nicht zwangsweise gesteuert werden soll, kann das Pumpenteil 37 aus dem Pumpengehäuse 163 dadurch entfernt werden, daß das Klemmteil 261 in die Freigabestellung bewegt wird. Sobald das Pumpenteil 37 von dem Pumpenbetätigungssteil 46 wegbewegt ist, bewegen sich die Ventilelemente 233 und 234 aus der Eingriffsstellung mit den Ventilsitzen 226 und 227 heraus, so daß die Pumpe tatsächlich als Durchströmeinrichtung wirkt. Der Strom einer intravenösen Flüssigkeit zum Patienten kann dann mittels der Tropfkammeranordnung 32 oder durch andere geeignete Einrichtungen gesteuert werden. Wenn man die Zwangsverdrängererpumpe wieder benutzen möchte, ist es lediglich er-

forderlich, das Pumpenteil 37 in der beschriebenen Weise in dem Pumpengehäuse 163 anzuordnen, um so zwangsweise intravenöse Flüssigkeit in die Venen des Patienten zu pumpen. Man sieht, daß das Pumpenteil 37 nicht nur als Zwangsverdrängererpumpe zum Zuführen von Fluid, sondern auch als Durchströmeinrichtung verwendet werden kann, ohne daß es erforderlich ist, die intravenöse Anordnung vom Patienten zu entfernen.

Das Steuergerät 22 ist dadurch vorteilhaft, daß es relativ einfach ist und bei der Dosierung des Fluids und der Steuerung der Gesamtdosierung eine große Genauigkeit hat. Es gibt außerdem Alarm bei Unter- und Überdruckzuständen, die in der Pumpe erzeugt werden, ohne daß Entgasungsbedingungen bezüglich der verwendeten Flüssigkeiten geschaffen werden.

In den Fig. 11 und 12 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, bei welcher dem Vorgabezählern 101 mit Wähl scheiben 102 ein verschiebbarer Deckel 321 zugeordnet ist. Der Deckel 321 sitzt verschiebbar in der 20 Frontplatte 63 für eine Bewegung zwischen einer Schließstellung, in welcher er eine Öffnung 322 abdeckt, die gestrichelt in Fig. 12 gezeigt ist, und einer Öffnungsstellung, die in Fig. 12 mit ausgezogenen Linien dargestellt ist, in welcher der Vorgabezählern 101 sichtbar ist.

Der Deckel 321 kann mit einer geeigneten Aufschrift versehen sein, beispielsweise "Volumenzähler und Offenhaltenadelmengenstrom nicht in Gebrauch". Um diese auf den Deckel 321 geschriebene Funktion einzustellen, wird der Deckel 321 mit einem Nockenteil 326 versehen, welches einen Mikroschalter 327 betätigt, wenn der Deckel angehoben wird, wodurch die Offenhalte-Nadelmengenstromfunktion des Steuergerätes deaktiviert wird.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

— Leerseite —











